

# RATARUMPUJEN KORJAUSMENETELMÄT TORNIO–KOLARI-RATAOSUUDELLA

Esa-Pekka Nevalainen  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# RATARUMPUJEN KORJAUSMENETELMÄT TORNIO–KOLARI-RATAOSUUDELLA

Esa-Pekka Nevalainen  
Opinnäytetyö  
2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULUTIIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	Opinnäytetyö Insinöörityö	Sivuja + Liitteitä 48 + 0
Suuntautumisvaihtoehto Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka	Aika Kevät 2011	
Työn tilaaja VR Track Oy	Työn tekijä Esa-Pekka Nevalainen	
Työn nimi Ratarumpujen korjausmenetelmät Tornio–Kolari-rataosuudella		
Asiasanat rumpu, rautatie, korjausmenetelmä		

Insinöörityössä käsiteltiin Tornio–Kolari-rataosuudella käytettyjä rautatierumpujen korjausmenetelmiä. Työn tavoitteena oli kartoittaa perusparannusurakassa käytettyjä rautatierumpujen korjausmenetelmiä, vertailla korjausmenetelmiä ja pohtia eri rumputyypeille parhaiten soveltuvinta korjausmenetelmää.

Insinöörityössä perehdyttiin rautatierumpujen eri korjausmenetelmiin ja vertailtiin menetelmiä niin, että huomioon otettiin rumputyyppi ja rautatien ominaisuudet rummun kohdalla. Korjausmenetelmät esitellään ja menetelmiin perehdyttiin menetelmäkohtaisesti.

Työn tuloksista voidaan havaita, että jokainen korjauskohde on suunniteltava yksittäisenä kohteena, mutta tiettyjen ehtojen täytyessä samat menetelmät soveltuvat erilaisiin kohteisiin. Käytetyimpiä menetelmiä ovat erilaiset rumpujen jatkamiset ja reunapalkkien korotukset. Ennen tämän insinöörityön aloittamista on rumpujen kunnostuksia tehty Tornio–Kolari-rataosuudella vuosina 2008-2010 ja rumpujen kunnostukset jatkuivat tämän työn aikana vuoden 2011 kevääseen asti. Tulevaisuudessa vastaavanlaisia rumpujen kunnostuksia tullaan tekemään eri rataosuuksilla Suomen rataverkolla ja tämä työ on apuna menetelmän valinnassa.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	5
2	RATAOSUUDEN RAKENTAMISEN VAIHEET .....	6
3	TORNIO–KOLARI PERUSPARANNUSHANKE 2008 - 2011.....	7
3.1	Päällysrakenne .....	7
3.2	Sillat.....	8
3.3	Liikennepaikat.....	9
3.4	Rummut .....	10
4	RADAN KUIVATUS.....	14
4.1	Rautatien rumputyytit.....	15
4.1.1	Kivirummut .....	15
4.1.2	Betonirummut.....	16
4.1.3	Betoniputkirummut .....	17
4.2	Radan sivuojat .....	18
5	RADAN KUIVATUKSEN KORJAUSMENETELMÄT .....	20
5.1	Korjaustarveindeksi .....	20
5.2	Perusparannuksessa käytetyt korjausmenetelmät.....	23
5.3	Korjausmenetelmien vertailu.....	24
5.4	Korjausmenetelmät.....	30
6	KUIVATUKSEN KUNNOSSAPITO.....	44
7	YHTEENVETO .....	45
	LÄHTEET.....	48

# 1 JOHDANTO

Ratarummut ovat osa kuivatusjärjestelmää, jonka toimivuuden takaaminen kuuluu perusparannushankkeeseen. Ratarumpujen korjauksia tehdään eri menetelmillä. Tässä opinnäytetyössä käsitellään Tornio–Kolari-rataosuudella käytettyjä menetelmiä.

Opinnäytetyössä perehdytään korjausmenetelmän valintaan vaikuttaviin asioihin, valmistuneiden rumpujen korjauskohteiden tietoihin ja korjausmenetelmän toteuttamista ohjaaviin ohjeisiin ja määräyksiin. Tavoitteena insinöörityössä oli tehdä kattava vertailu ratarumpujen korjausmenetelmistä ja selvittää menetelmien soveltuvuus erilaisiin kohteisiin. Tavoitteena oli saada laadittua ohjeet, joiden mukaisesti voisi valita kohteeseen parhaiten sopivan korjausmenetelmän.

Insinöörityössä toteutettavan ratarumpujen kunnostumenetelmien vertailun tilaajana toimii VR Track Oy (ent. Oy VR-Rata Ab). VR Track Oy on Suomen suurin radan rakentaja, jonka asiantuntemus kattaa rautatietekniikan koko alueen suunnittelusta toteutukseen. VR Track Oy kuuluu sekä insinööritoimistona että rakennusyhtiönä Suomen suurimpien joukkoon. Asiakkaina ovat valtio, kunnat, satamat ja yritykset. Liikevaihto on noin 340 miljoonaa euroa. Henkilöstöä keskimäärin 2 400. VR Track Oy kuuluu VR-konserniin. Konsernin emoyhtiö on VR-Yhtymä Oy. VR-konserniin kuuluu noin 30 yhtiötä, jotka työllistävät yhteensä noin 12 000 työntekijää. VR Track Oy:n pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Tämä insinöörityö tehdään yhteistyössä radan rakentamisen liiketoimintayksikön Pohjois-Suomen asiantuntijoiden kanssa. Yhtiöllä on myös lukuisia yhteistyökumppaneita ympäri Suomea sekä liiketoimintaa Ruotsissa, Virossa sekä Venäjällä. (Salonen 2011.)

## 2 RATAOSUUDEN RAKENTAMISEN VAIHEET

Liikennöinti Tornion rautatieasemalle on alkanut vuonna 1903. Tornio–Karunki-rautatie (27 km) valmistui vuonna 1923, Karunki–Kaulinranta-rautatie (49 km) vuonna 1928, Kaulinranta–Pello-rautatie (42 km) vuonna 1964, Pello–Sieppijärvi-rautatie (43 km) vuonna 1965, ja myös Sieppijärvi–Kolari rautatie (21 km) valmistui vuonna 1965. Kuvassa 1 näkyy Tornio–Kolari-rataosuuden sijoittuminen kartalla. Kolari–Äkäsjoki rataosuus, joka on 17 km pitkä, valmistui vuonna 1967. Perusparannusurakka päättyy Kolarin ratapihalle, joten Äkäsjoen johtavalle rautatieosuudelle ei tehdä toimenpiteitä tässä urakassa. (Salonen 2011.)

Tornio–Karunki välille valmistui väliaikainen rautatieyhteys vuonna 1915 tammikuussa vain kahden kuukauden radanrakentamisen jälkeen, mutta henkilöliikenne loppui jo huhtikuussa 1915 ja tavaraliikenne 1916 alkukuukausien jälkeen. Radalla oli paikallista liikennettä vuoteen 1918 asti, jonka jälkeen kaikki liikennöinti lopetettiin. (Salonen 2011.)



KUVA 1. Perusparannushankkeen urakka-alueen rajat

### **3 TORNIO–KOLARI PERUSPARANNUSHANKE 2008 - 2011**

Tornio–Kolari-rataosuudella aloitettiin neljä vuotta kestävä radan perusparannushanke vuonna 2008. Tornio–Kolari-perusparannushankkeen tilaajana toimii Liikenneviraston rautatieosasto ja pääurakoitsijana VR Track Oy. Perusparannushankkeeseen kuuluu päällysrakenteen parantaminen eli kiskojen, ratapölkkyjen ja tukikerrossepelin uusiminen sekä rumpu- ja siltakorjauksia ja tasoristeystöitä sekä työnaikaisten vaihteiden asentaminen Aavasaksan ja Sieppijärven liikennepaikoille. Uusimisella turvataan nykyisen henkilö- ja tavaraliikenteen toimintaedellytykset. (Juntunen 2011.)

Vuonna 2008 päällysrakenne uusittiin 28 km:n pituudelta Tornioista Karunkiin, ratakm 886+000 – 914+000. Vuonna 2009 uusittiin päällysrakenne 50 km:n pituudelta Karungista Kaulinrantaan, ratakm 914+000 – 964+000 ja vuonna 2010 Kaulinrannasta Teikosuvantoon 50 km:n pituudelta, ratakm 964+000 – 1014+000. Vuonna 2011 uusitaan päällysrakenne 53 km:n pituudelta välillä Teikosuvanto-Kolari, ratakm 1014+000 – 1067+000. Päällysrakenneurakan kokonaispituus on noin 181 km. (Juntunen 2011.)

#### **3.1 Päällysrakenne**

Tornio–Kolari-rataosuudella korjataan rautatien päällysrakenne niin, että puiset ratapölkkyt vaihdetaan betonipölkkyiksi. Nykyiset K43- tai UIC54-kiskot vaihdetaan koko matkalta 60E1-kiskoon, pois lukien vaihteet. Pölkkyjen ja kiskojen vaihto toteutetaan Veera-raiteenvaihtojunalla. Tukikerroksettomien siltojen korjaukset toteutetaan kiskopyöräkaivinkoneilla. (Juntunen 2011.)

Tukikerrossepeleä uusitaan uuden pölkyn vaatimalta leveydeltä ja syvyydeltä auraamalla osa vanhaa tukikerrosta pois pölkynvaihdon yhteydessä ja asentamalla uutta tukikerrosta tilalle. Tukikerroksen vahvuus on RATO:n ohjeiden mukaan 550 mm. Tornio–Kolari-perusparannushankkeessa tukikerroksen tavoitevahvuus on poikkeuksellisesti pienempi. Tukikerroksen

uusittavan osan alapinnan taso määräytyy pölkyn vaatiman auraamisen mukaisesti ja yläpinta suunnitellun korkeusviivan mukaisesti, tavoitepaksuuden ollessa 450 mm. Rataosuudella rakennetaan useita vastapenkereitä radan stabiiliteetin ja kantavuuden parantamiseksi. Betonipölkkyjen pölkkyjako on 610 mm pölkyn keskeltä keskelle. (Juntunen 2011.)

Kiskot jaetaan rakennuskauden työalueelle valmisteleivina töinä. Kiskot ovat työalueelle jaettaessa 150 m pitkiä ja ne hitsataan jatkuvakiskoraiteeksi betonipölkkyille asentamisen jälkeen, kun neutralointi on tehty, eli kiskojen jännitykset on poistettu irrottamalla kiskokiinnitykset neutraalilämpötilassa, tasattu kiskon päiden väli jatkoksen kohdalla kiskonvetolaitteella ja kiinnitetty kisko uudelleen. Neutraalilämpötila-alue on +12 - +22 °C. Tällä lämpötila-alueella olevaa kiskolämpötilaa vastaavaan pituuteensa kisko saatetaan neutraloinnissa ennen kiskon kiinnittämistä uudelleen jatkosten tasaamisen jälkeen. Kisko voidaan myös neutraalilämpötila-alueen ulkopuolella asentaa siten, että kuuma kisko lyhennetään vastaamaan neutraalilämpötilaa ja kylmä kisko venytetään tunkeilla vastaamaan neutraalilämpötilaa. (Juntunen 2011.)

### **3.2 Sillat**

Tornio–Kolari-rataosuudella on 8 tukikerroksetonta terässiltaa ja 27 tukikerroksellista betonirakenteista siltaa, joiden tukien välinen suurin vapaa etäisyys  $\geq 2$  m. Tukikerrokseton silta on aina epäjatkuvuuskohta rautatiellä, koska päällysrakenne muuttuu tukikerrossepeliin tuetuilta puu- tai betonipölkkyiltä siltarakenteisiin kiinnitetyille puisille siltapelkoille. Perusparannusurakassa korkeusviivan muutokset joudutaan tarkistamaan ja kohdistamaan silloille sopiviksi. (Juntunen 2011.)

Tukikerroksettomien siltojen pelkkojen vaihto on suoritettu seitsemällä sillalla ja yhdellä sillalla on uusittu laakerilevyt. Siltojen kiskot on vaihdettu 60E1-kiskoon. Tukikerroksellisista silloista on korjattu 24 ja kolme korjataan syksyllä 2011. (Juntunen 2011.)



### 3.3 Liikennepaikat

Tornio–Kolari-rataosuuden liikennepaikat, joissa on sivuraide, ovat

- Tornio, ratakm 0885+637
- Ylitornio, ratakm 0946+324
- Aavasaksa, ratakm 0952+700
- Pello, ratakm 1003+166
- Sieppijärvi, ratakm 1046+227
- Kolari, ratakm 1066+444.

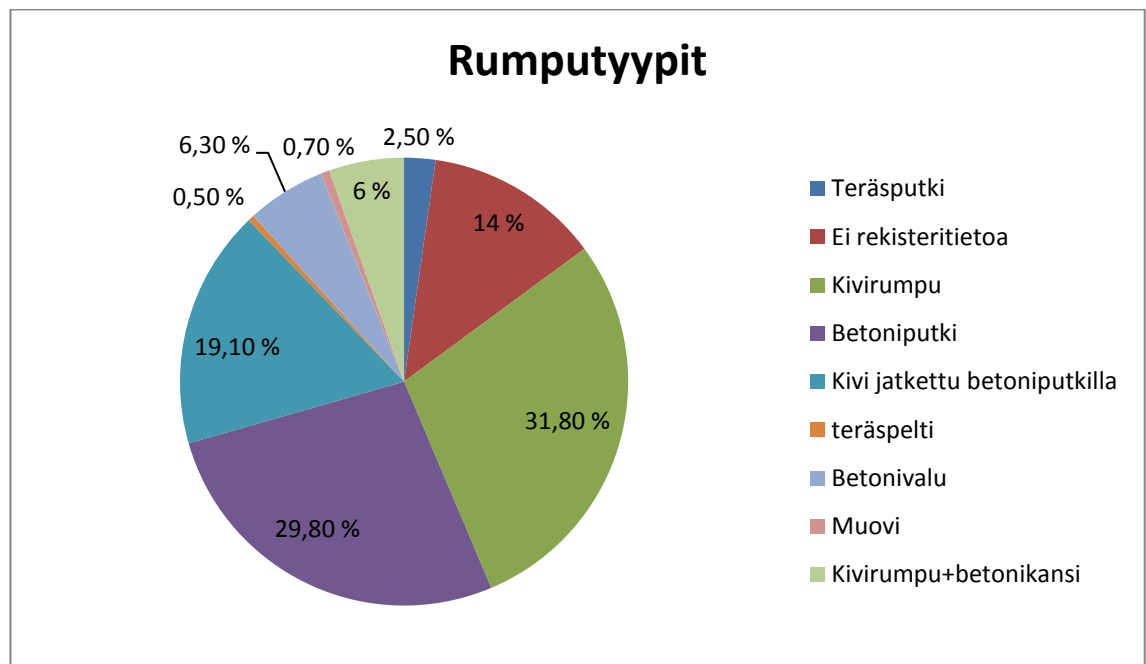
(Juntunen 2011.)

Tiedot ovat raiteistokaaviosta ja ratakilometri-tieto on liikennepaikan pohjoispään vaihteen kohdalta. Poikkeuksena on Kolarin liikennepaikan sijainti eteläpään vaihteen kohdalta. (Juntunen 2011.)

Ratakilometri on tärkeä paikannusjärjestelmä rautatieympäristössä. Ratakilometri on määramittainen osuus. Sen pituus on kahden peräkkäisen kilometripylvään väli raidetta pitkin. Ratakilometri ei ole välttämättä tarkka kilometrin pituinen matka. Ratakilometrilukema osoittaa etäisyyden Helsingin rautatieasemalta rautatietä pitkin. Ratakilometri on jo vanha paikannusjärjestelmä, mutta toimiva ja jatkuvassa käytössä. Ratakilometrit ovat hieman muuttuneet pidemmiksi tai lyhyemmiksi, kun radan geometriaan ja ratayhteyksiin on tullut muutoksia, mutta ratakilometripaaluja ei ole siirretty. (Salonen 2011; Juntunen 2011.)

### 3.4 Rummut

Ratarumpu on rakenne, jonka vapaa aukko on alle 2 m. Vesiuoma johdetaan ratarummulla radan ali. Kuvassa 2 näkyy rumputyyppien jakauma valtakunnallisesti.



KUVA 2. Rumputyyppijakauma koko maassa (Rumpujenhallintaraportti. 2007.)

Alueelliseen kuivatukseen vaikuttavista rummuista pyydetään ELY-keskukselta rumpujen aukkolausunto. Tarvittaessa on kuultava maanomistajia ja kuntaa tai muita sidosryhmiä. Varsinkin taajamissa tulee selvittää kunnan kanssa tausta-alueiden kuivatustarpeet, jotka voivat vaikuttaa ratarummun aukon tai korkeuden suunnitteluun. (Kuivatustyöt. 2006; Juntunen 2011.)

Ratarummut aina tarkemmitataan ja niistä laaditaan rumpukortit. Ratarummun perustaminen esitetään työselityksessä ja rumpu tehdään työselityksen mukaiselle paikalle. Ratarummun korkeussijainti ilmaistaan kummastakin päästä sisäpohjan korkeuslukemana. Ratarummun pituuskaltevuuden tulee olla vähintään 1 %, poikkeustilanteissa vähintään 0,5 %. Riittävän pituuskaltevuuden varmistamisen lisäksi ratarummun korkeussijaintiin vaikuttavat tarvittava peitesyvyys sekä yläpuolisen maaston kuivatustarve.

Ratarummut perustetaan sora-arinalle, teräsbetoni-laatalle tai tasausbetonilla tasatulle kalliolle. (Kuivatustyöt. 2006; Juntunen 2011.)

Sora-arinaan käytettävän kiviaineksen tulee olla soraa, karkeaa routimatonta murskesoraa tai mursketta, jonka maksimiraekoko on enintään 100 mm. Arinan paksuus määräytyy maan routivuuden mukaan. (Kuivatustyöt. 2006.)

Arinan leveys lasketaan kaavasta 1.

$$b = d + 2 * h$$

KAAVA 1

$d$  = ratarummun ulkohalkaisija

$h$  = arinan paksuus

Arinan leveydestä määräytyy samalla kaivannon pohjan vähimmäisleveys. Sora-arinan paksuus määritetään siten, että arinan alapuolinen perusmaa ei pääse routimaan. Jos on olemassa vaara maa-ainesten sekoittumisesta eli hienoainesta pääsee arinarakenteeseen, voidaan pohjalle tehdä 100 mm paksu kerros salaojan ympärystäytteestä tai käyttää suodatinkangasta. Kaivanto on pidettävä kuivana tiivistystyön aikana, jolloin sora-arina tiivistetään enintään 300 mm:n kerroksissa. Arina muotoillaan työselityksen mukaisesti ja haitallinen veden virtaus rummun alla ja sivuilla estetään ponttiseinällä tai muovikauluksella. Arinan alareuna ulotetaan molemmissa päissä rummun ulointa kohtaa pidemmälle, arinan paksuuden verran tai maanpinnassa vähintään 1 200 mm. (Kuivatustyöt. 2006.)

Teräsbetoni-laatalle perustettaessa tulee laatan alla olla edellä mainitun sora-arinan vaatimukset täyttävä sora-arina. Yhdistelmän paksuus määräytyy siten, että alapuolinen perusmaa ei pääse routimaan. Laatta mitoitetään aina tapauskohtaisesti. Teräsbetoni-laatan teossa noudatetaan voimassa olevia betoninormeja. (Kuivatustyöt. 2006.)

Kiinteään kallioon perustettaessa suunnitellut perustamistasot kaivetaan auki, rusnataan ja puhdistetaan. Rusnataan ja puhdistetaan yksi metri leveämpi kaista kuin rakenteet ovat. On syytä tehdä tarkastukset pohjille puhdistuksen jälkeen ja tarvittaessa määrätä lisälouhinnat tai lujitukset. Vettä keräävät syvennykset ja kuivatustason alapuolelle louhitut pohjat betonoidaan routimisen estämiseksi. Betonoitavat kalliopohjat puhdistetaan kauttaaltaa louhintajätteestä ja rusnataan. Lopuksi vielä puhdistetaan korkeapainevesisuihkua ja paineilmaa käyttäen. (Kalliorakennustyöt. 2006.)

Betonoidaan sellaiset syvennykset, joissa vesi pysyy. Kaikki ne tasot, jotka ovat kuivatustason alapuolella, betonoidaan siten, että betonoitu pinta on vähintään 300 mm suunnitellun kuivatustason yläpuolella. Betonivalun pinta oikaistaan ja kallistetaan veden johtamiseksi suunniteltuun kuivatusjärjestelmään. Kaivutöiden aikana on seurattava, että perustamisolosuhteet vastaavat suunnitelman tietoja. Jos perustamisolosuhteissa huomataan muutoksia, tulee työkohtaista työsuunnitelmaa tarkastella uudestaan. (Kalliorakennustyöt. 2006.)

Ratarumpu sijoitetaan virtaussuunnan yläpäässä laskuojan tulevan pohjan tasoon tai tarpeen vaatiessa enintään 0,5 m alemmaksi. Purkupäässä ratarumpu sijoitetaan laskuojan pohjan tasoon tai tarpeen vaatiessa enintään 0,5 m ylemmäs, mutta tässä tilanteessa pengeri tulee suojata eroosiota vastaan. (Kuivatustyöt. 2006.)

Suomen rataverkolla on noin 6 000 rumpua. Suurin osa ratarummuista on kivirakenteisia, jotka on rakennettu radan rakentamisen yhteydessä 1800-luvulla ja 1900-luvun alussa. (Salonen 2011.)

Tornio–Kolari-rataosuudella ratarumpujen korjauksia tehdään yhteensä 83 kpl. Kaikista rataosuuden rummuista on tehty rumpukatselmus, jossa on mukana pääurakoitsijan edustaja ja tilaajan edustaja. Rumpukatselmuksessa todetaan ratarummun nykyinen kunto siltä osin kuin se on mahdollista ja esitetään jatkotoimenpiteet. Rumpukatselmuksien perusteella ovat havainnot olleet varsinkin Pellon pohjoispuolella, että ratarumpua ei näy ja vesi seisoo paikallaan ratapenkereen molemmin puolin. Rummut on rakennettu rataosuuden loppupäässä tosi alhaalle. Näissä tapauksissa toimenpiteiksi esitetään rummun päiden esiin kaivamista ja rummun puhdistamista, jotta rummun kunto saadaan tarkastettua. Tarkastuksien jälkeen alkaa mahdollisten korjaussuunnitelmien laatiminen. (Juntunen 2011.)

## 4 RADAN KUIVATUS

Kuivatuksen tarkoituksena on poistaa radan alusrakenteessa oleva vesi. Alusrakenteessa oleva vesi heikentää rakenteen kantavuutta ja mahdollistaa routimisen. Rakennekerroksissa ja radan lähiympäristössä oleva vesi sekä mahdollinen rakenteen läpi tapahtuva virtaus on radan toiminnalle haitallista. Mikäli vesi pääsee kulkemaan ratapenkereen läpi muualta kuin suunniteltujen vesiuomien eli rumpu- ja silta-aukkojen kohdalta voi radan stabiliteetti muuttua merkittävästi. Ratapenkereen rakennekerrokset voivat kulkeutua veden mukana virtauskohdassa, joten radan kantavuus on tällä kohdalla vain kiskon ominaisuuksien mukainen, mikäli ratapenger sortuu veden vaikutuksesta kokonaan. Rautatieverkolla on tapahtunut tämän mukaisia vaurioita, myös Tornio–Kolari-rataosuudella. Raskaasta kalustosta johtuen tilanne voi olla hyvin vaarallinen, mikäli vaurioita ei havaita ajoissa. (Kuivatustyöt. 2006; Juntunen 2011.)

Kuivatusjärjestelyt toteutetaan avo-, suoto-, salaojitusta sekä putkiviemäreitä ja rumpuja hyväksi käyttäen. Kuivatustöiden toteuttaminen on kannattavinta ajoittaa rakennustöiden eri toteuttamisvaiheiden mukaan niin, että voidaan välttyä pinta- ja pohjaveden aiheuttamilta eroosiovaurioilta. Kuivatuksen kaivuutyöt on järkevintä tehdä muiden kaivutöiden yhteydessä, mikäli se on mahdollista. (Kuivatustyöt. 2006; Juntunen 2011.)

Kuivatussuunnittelu on osa ratarakenteen suunnittelua. Kuivatusta suunniteltaessa on riittävän ajoissa huolehdittava siitä, että laitteiden, johtojen, siltojen sekä pohjarakenteiden siirtoihin ja sijoituksiin liittyvät asiat tulevat selvitettyiksi, jotta vältytään mahdollisilta myöhemmiltä ongelmilta. (Kuivatustyöt. 2006.)

Kuivatustyöt mahdollisesti aiheuttavat muutoksia pohjaveden pinnan korkeudessa, joten pohjaveden alenemisen mahdolliset haitat ja riskit ympäristölle on arvioitava riittävän luotettavien tutkimusten perusteella. Kuivatusjärjestelmät on toteutettava siten, että radan vaikutuspiirissä olevia

kuivatusjärjestelmiä ja tulevia kuivatusmahdollisuuksia ei huononnetta. (Kuivatustyöt. 2006.)

Rumpujen korjaussuunnitelmien laatiminen kuuluu perusparannusurakkaan erikoissuunnitteluna. Rumpukohteet suunnitellaan jokainen yksittäisenä kohteena. Perusparannushankkeen suunnittelu on kilpailutettu omana tarjouskilpailuna. Tornio–Kolari-perusparannushanke on rakentamisen osalta puitesopimusurakka, joka on kilpailutettu aikaisemmin ja johon tämä projekti kuuluu. Puitesopimusurakka perustuu puitesopimustarjouksiin, jotka jätetään rakennuskausittain. Työn toteuttamisen edellytyksenä rumpujen korjaussuunnitelmat tulee olla valmiina riittävän ajoissa ennen rakentamisen alkua, jotta on riittävästi aikaa rakennustavaran tilaamiseen ja muuhun valmistelemaan työhön. Minimiaikana, jolloin suunnitelmien pitää olla valmiit, voidaan pitää 3 kuukautta ennen rakentamisen alkua. (Salonen 2011.)

## **4.1 Rautatien rumputyypit**

Rautateillä on olemassa erityyppisiä ratarumpuja. Luvuissa 4.1.1–4.1.3 esitellään kolme yleisintä ratarumpua.

### **4.1.1 Kivirummut**

Kivirumpuja on rakennettu rataosuuden vanhimmalle osalle Tornion ja Karungin välille. Rummut on rakennettu radan rakentamisen yhteydessä 1900-luvun alussa. Kivirummut ovat kivistä ladottuja holvirakenteita, kuten kuva 2 osoittaa. Kivirumpu ei ole kovinkaan tiivis rakenne, vaan vesi pääsee tunkeutumaan kivien saumakohtiin. Joissain tilanteissa kivet ovat liikkuneet routimisen ja liikenteen aiheuttaman tärinän vaikutuksesta, mutta pääsääntöisesti kivirumpujen rakenteen puristuslujuus eli kantavuus on hyvä. Valtakunnallisesti ajatellen kivirumpuja löytyy monilta rataosuuksilta ja rumpujen kunnossa on katselmuksien perusteella poikkeavuuksia. Kiviholvirumpujen tämän hetkiseen, yli sadan vuoden käytön jälkeiseen, kuntoon vaikuttavat olennaisesti rakennustapa ja -aika, maasto-olosuhteet ja liikenteen rasituksen määrä. (Salonen; Juntunen 2011.)



*KUVA 3. Kivirumpu*

#### **4.1.2 Betonirummut**

Paikalla valettuja betonirumpuja on eniten Kaulinranta–Pello-välisellä rataosalla. Paikalla valetut betonirummut ovat teknisesti ja ulkonäöllisesti samantyylisiä rakenteita kuin osa rataosuuden tukikerroksellisista silloista, mutta aukkokoko on alle 2 metriä. Betonirumpuja on korjattu 10 kappaletta reunapalkkeja korottamalla radan korkeusviivan nousun vaatiman verran. Rataosuuden paikalla valetut betonirummut ovat pääsääntöisesti pysyneet hyväkuntoisina. Radan korkeusviivan noustessa reunapalkkeja korotetaan ja tarvittaessa jatketaan, jotta tukikerrosseppi pysyy rumpujen kohdalla oikealla paikallaan eikä valu radan sivuojiin eikä rumpuun. (Salonen; Juntunen 2011.)



### 4.1.3 Betoniputkirummut

Rakennusmenetelmien kehittyessä ratatyömaan edetessä kohti pohjoista, rakentamisessa siirryttiin betoniputkirumpujen käyttöön. Betoniputkirummut ovat elementteinä valettuja renkaita tai pidempiä putkia, jotka asennetaan rakennuskohteessa. Tornio–Kolari-rataosuudella on käytetty pyöreitä betoniputkirumpuja, mutta betoniputkia on saatavana myös erimuotoisina, kuten Rudus Qmax, jota on käytetty suomen rataverkolla. Betoniputkielementissä toinen pää on uros- ja toinen naarasmuhvilla, joten putkien liittäminen onnistuu tiiviillä liitoksella. Betoniputkia valmistetaan eri halkaisijoilla 200 mm:n ja 2 000 mm:n väliltä. Kuva 3 on korjauskohteesta, jossa kivrumpua on jatkettu betoniputkella. Betoniputkirumpu tarkoittaa ratapenkereen läpi asennettavaa betoniputkea. (Salonen; Juntunen 2011.)



*KUVA 4. Rummun jatkaminen betoniputkella*

## 4.2 Radan sivuojat

Radan ja rata-alueen pintakuivatuksella tarkoitetaan pintavesien keräämistä ja poisjohtamista. Pintakuivatus järjestetään pintakuivatusojilla, eli sivu-, leikkaus-, niska- ja laskuojilla. (Kuivatustyöt. 2006.)

Sivuojen tarkoitus on koota rata-alueelta ja sen ulkopuolelta tulevat pintavedet ja johtaa ne sellaisiin kohtiin maastossa, joista vedet voidaan johtaa pois rata-alueelta. Sivuojat ovat osa esimerkiksi pellon tai metsän kuivatusjärjestelmää. Sivuoja tarvitaan matalilla penkereillä, jos ympäröivä maasto ei selvästi vietä radasta pois päin, ja korkeilla pengerosuuksilla, jos ympäröivä maasto viettää radalle päin. (Kuivatustyöt. 2006.)

Sivuoja rakennetaan siten, että ojan pohja on vähintään rakennekerroksen alapinnan tasolla tai sen alapuolella. Sivuojasyvyys on vähintään 0,5 m ja pohjan leveys vähintään 0,5 m. Tietyissä tilanteissa voidaan tehdä poikkeuksia, jotka on kirjattu työkohtaisiin työselityksiin esimerkiksi veden virtausolosuhteiden tai muiden tekijöiden edellyttämänä. (Kuivatustyöt. 2006.)

Sivuojat rakennetaan niin lähelle rata-alueen rajaa kuin mahdollista, ellei työselityksessä muuta mainita. (Kuivatustyöt. 2006.)

Pengerluiskan alareunan ja sivuojaluiskan yläreunan väliin tulee aina jättää molemmiin puolin vähintään kahden metrin levyinen tasanne, mikäli työselityksessä ei toisin mainita. (Kuivatustyöt. 2006.)

Huoltotöiden helpottamiseksi rataa suojaavat aidat sijoitetaan aina mahdollisuuksien mukaan radan ja sivuojan väliin. Radan yhteydessä voi olla huoltotie, jolloin sivuoja pyritään sijoittamaan huoltotien sivuun rata-alueen ulkoreunan puolelle. (Kuivatustyöt. 2006.)

Uudet rakenteet voivat tukkia vanhan sivuojan, jolloin ojaa on siirrettävä. Siirto tehdään mahdollisuuksien mukaan koko sivuojan matkalta tarvittavalle etäisyydelle penkereen alareunasta, jolloin ojan linjaus säilyy. Ojan siirron suunnittelussa on otettava huomioon kaavoitus, maanomistus ja ympäristöolosuhteet. Mikäli ojaa ei voida perustellusti kokonaisuudessaan siirtää, kierretään este ohjeiden mukaisesti. Mikäli esteen kiertoa ei voida maankäytöllisistä syistä toteuttaa, on mahdollista alittaa este sivuojarummulla. (Kuivatustyöt. 2006.)

**Pituuskaltevuudet ja ojien perkaaminen** ovat tärkeitä toimivalle sivuojalle. Ojien pituuskaltevuudet on määrätty eri verhouksmateriaalien mukaan eroosiosuojauksen takia siten, että nurmetuksen sallittu pituuskaltevuus on 4-5 %, turpeella, karkealla murskeella tai vastaavalla sallittu kaltevuus 6-10 %, kiveyksellä ja betonikourulla tai vastaavalla voidaan sallia yli 10 % pituuskaltevuuksia. (Kuivatustyöt. 2006.)

Sivuojan pituuskaltevuuden tulee olla vähintään 0,4 %, poikkeustapauksissakin vähintään 0,1 %. Jos pituuskaltevuus jää alle 0,4 %:n, tulee liettymis- ja umpeenkasvuvara osoittaa työselityksessä. Ojan pohjalle ei saa muodostua lammikoita, jotka ovat yli 100 mm syviä, eikä ojaluiskissa saa olla ulkonäköä häiritseviä poikkeamia. (Kuivatustyöt. 2006.)

## **5 RADAN KUIVATUKSEN KORJAUSMENETELMÄT**

Ratarumpujen korjausmenetelmiä on olemassa kuusi erilaista tyyppiä ja näiden mahdolliset sovellukset. Menetelmiä ovat päältä kaivu, sujutus, poraus, rumpujen pienet korjaukset, rummun jatkaminen ja reunapalkkikorotukset. (Juntunen 2011.)

### **5.1 Korjaustarveindeksi**

Ratarumpujen korjaustarveindeksi lasketaan rumpurekisteristä vaurioasteiden ja korjausten kiireellisyyden perusteella. Korjaustarveindeksi lasketaan, jotta korjauskohteet saadaan tärkeysjärjestykseen. Lisäksi indeksiä kasvattavat ojien huono kunto ja rummun liettyminen. (Rautatierumpujen hallintaraportti. 2007.)

Korjaustarveindeksi on vertailukelpoinen Siltojen hallintajärjestelmään luodun indeksin kanssa. Taulukossa 1 on esitetty rumpujen arvosteluperusteet ja korjaustarveindeksi. (Rautatierumpujen hallintaraportti. 2007.)

Kriteeri	Pisteet	Kriteeri	Pisteet
Vaurioluokka		Rummun täyttöaste	
1 lievä	2	0 rumpu tyhjä	0
2 kohtuullinen	8	1 liettynyt hieman (alle 10 cm)	5
3 vakava	28	2 liettynyt paljon (yli 10 cm)	10
4 erittäin vakava	70	3 rumpu tukossa	50
		4 rumpu veden peitossa	120
Toimenpiteen kiireellisyys		Ojien kunto	
4 korjataan HETI	10	0 ojat kunnossa	0
3 korjataan 1-2 vuoden sisällä	10	1 ojat liettynyt	5
2 korjataan 3-5 vuoden sisällä	3	2 ojat pusikoituneet	20
1 korjataan peruskunnossapitotoimenpiteenä	3	3 ojat padottavat	60
0 korjausta voidaan siirtää	1		

TAULUKKO 1. Korjaustarveindeksin pisteet

(Rautatierumpujen hallintaraportti.)

Rumpujen korjaustarveindeksi lasketaan kaavasta 2

$$R_{kti} = \text{pahimman vaurion pisteet} + k * \text{muiden vaurioiden summa} + \text{täyttöaste} - \text{ja ojien kuntopisteiden summa} \quad \text{KAAVA 2}$$

eli

$$R_{kti} = \text{Max}_i(\text{kiireellisyys}_i * \text{vaurioluokka}_i) + k * \sum_{j,j < j_{\max}} (\text{kiireellisyys}_j * \text{vaurioluokka}_j) + \text{täyttöastepisteet} + \text{ojien kuntopisteet}$$

$k = 0,1$  (määritelty kokemuspäisästi). (Rautatierumpujen hallintaraportti.)

Korjaustarveindeksillä voidaan kuvata muun muassa seuraavaa:

- Korjaustarveindeksillä asetetaan rumpujen korjaukset tärkeysjärjestykseen.
- Indeksien summalla ja keskiarvolla voidaan kuvata rumpujen kunnan kehittymistä ja seurata korjaus- ja kunnossapitotoiminnan toteutumista.
- Rumpuja voidaan arvostella indeksin perusteella.
- Indeksien avulla voidaan suorittaa tavoitteiden asettelua kunnossapitotoiminnalle. (Rautatierumpujen hallintaraportti.)

Korjaustarveindeksi painottaa vaurion vakavuutta ottamalla erityisesti huomioon rummun pahimman vaurion. Pisteytyksen muita ehtoja ovat muun muassa seuraavat:

- Systeemi ei suosi rumpuja, joilla on paljon lieviä vaurioita, mutta ottaa jokaisen vaurion kuitenkin huomioon,
- Vaurion tärkeys ja korjauksen kiireellisyys painottuu, kiireellisimmät tapaukset ovat listan kärjessä.
- Indeksillä painottaa rumpuja, joita ei ole voitu tarkastaa korkean vedenpinnan, jään, päissä olevien kaivorakenteiden tai muun vastaavan syyn takia. Tämän tarkoitus on nostaa rummut esille ”massasta”, etteivät ne unohdu kunnossapidolta. (Rautatierumpujen hallintaraportti. 2007.)

Rautatierumpujen hallintaraportin paikkatieto käsittää noin 95 % rataverkon rummuista, joten tilanne on siltä osin hyvä. Rakennetietojen vienti rekisteriin on kuitenkin satunnaista. Hallintarekisterin kaltainen järjestelmä tulisi hyödyntää paremmin rakentamisen tukena ja rumputiedot tulisi ilmoittaa hallintarekisterin ylläpitäjälle, jotta virheellinen tieto korjataan oikeelliseksi ja rekisterin luotettavuus paranee. (Rautatierumpujen hallintaraportti. 2007.)

## 5.2 Perusparannuksessa käytetyt korjausmenetelmät

Kaikille rummuille tehdään ensimmäisenä toimenpiteenä rumpukatselmus yhdessä tilaajan edustajan kanssa. Rumpukatselmuksessa on yleisimmin mukana vähintään perustiedot kattava suunnittelijan kohteesta laatima lausunto. Rummuille tehdään korjaustoimenpiteitä tarpeen mukaan. Ainakin pieniä korjaustoimenpiteitä tehdään lähes jokaiselle rummulle eli rummun puhdistus koko pituudelta ja veden virtausta häiritsevän materiaalin poistaminen rummun päistä, tarpeen vaatiessa kaivinkoneella kaivamalla. (Juntunen 2011.)

Kivirumpujen kunnostamisessa on käytetty ruiskubetonointia, joka estää kivien rapautumista ja liikkumista sekä veden pääsyä rumpurakenteisiin. Kivirumpuja on jatkettu kierresaumatulla teräsputkella tai betoniputkella tai -renkailla. Kivirumpuja on täytetty betonoimalla ja uusi rumpu on rakennettu sopivalle etäisyydelle poraamalla teräsrumpu ratapenkereen läpi. (Juntunen 2011.)

Betoniputkirumpuja voidaan tarvittaessa jatkaa betonirenkailla. Betonirenkailla jatkettuja rumpuja kunnostetaan tarvittaessa renkaiden siirroilla, mikäli renkaat ovat liikkuneet maapohjan mukana. Betonirenkaat otetaan kohteesta kokonaan pois kaivamalla renkaat esille. Menetelmä toimii kohteissa, joissa siirrettävät renkaat eivät ulotu kiskon alle. Betonirenkaiden siirrossa renkailla rakennetaan uusi arinarakenne määräysten ja ohjeiden mukaisesti ja asennetaan vanhat käyttökelpoiset tai uudet renkaat paikalleen. (Juntunen 2011.)

Rummun korjaustoimenpiteenä käytetään myös aukikaivu-menetelmää, jossa vanha rumpu poistetaan kokonaan kaivamalla ratapenger auki ja asennetaan uudet arinarakenteet ja uusi rumpu tilalle. (Juntunen 2011.)

### 5.3 Korjausmenetelmien vertailu

Korjausmenetelmän valintaan vaikuttavat olennaisesti asiat, jotka käydään läpi. Korjausmenetelmän käytettävyyttä rajoittaa kohteessa vallitseva tilanne ratapenkereen korkeuden suhteen, pohja-olosuhteet, liikennemäärä ja liikennepaikat ja kulkeminen työmaalle.

**Pohja-olosuhteet** vaikuttavat korjausmenetelmän valintaan. Rumpurakenteet on perustettava aina rakennetulle pohjalle. Kantavuusarvojen pitää täyttää asetetut vaatimukset. Rummut on perustettu joko maanvaraisesti, tiivistetylle maapohjalle, joka on esimerkiksi moreenia tai louhetta tai paikalla valetulle betonilaatalle (Kuivatustyöt. 2006).

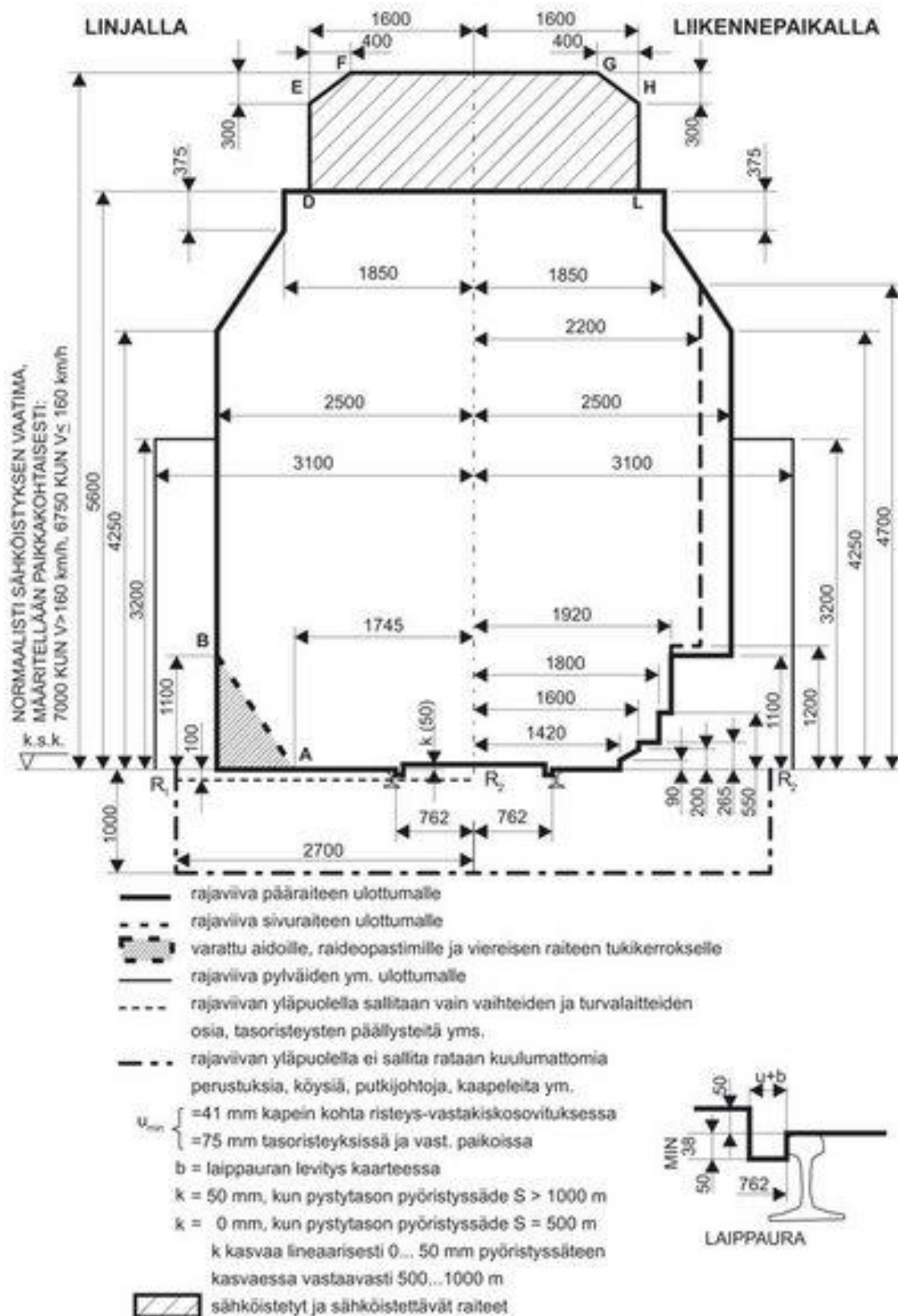
Ratapenkereen korkeus vaihtelee huomattavasti Tornio–Kolari-rataosuudella, mikä vaikuttaa olennaisesti korjausmenetelmän valintaan. Radan rakentaminen usean vuosikymmenen aikana näkyy ratapenkereen maa-aineksen laadussa. Pengerrystä on tehty lähialueen maanottopaikoista saatavalla maa-aineksella, vaikka se ei ole ollut hyvälaatuista. Pengermateriaali vaihtelee rataosuudella, mutta yleisesti voidaan todeta, että pengermateriaali sisältää paljon hienoaainesta. Rautatielle sallitaan maksimissaan 10 % pituuskaltevuuksia (Salonen 2011; Juntunen 2011), joten rautatien linjaus on suunniteltu siten, että kierretään Pohjois-Suomessa yleiset vaarat ja rakennetaan rautatie tasaiseen maastoon. Tämä tarkoittaa sitä, että rautatie kulkee monissa paikoissa pehmeikköjen ja soiden läpi.



**Rataosuuden liikennemäärä** vaikuttaa korjausmenetelmän valintaan. Kunnostustyöt tehdään aina liikenteen ehdoilla, sitä mahdollisimman vähän häiritsemällä. Kaikissa kunnostusmenetelmissä on olennaista se, kuinka pitkä työrajo saadaan. Ratatyöluvan antaa työmaalle liikenteenohjaaja alueellisesta liikenteenohjauskeskuksesta. (Juntunen 2011.)

Työmaalla voi olla oma junaturvallisuudesta vastaava henkilö, joka ottaa työluvan koko työalueelle ja jakaa sen ohjeiden mukaisesti työmaan sisällä eri yksiköille. Työmaan työkoneista tuleva raideliikenne noudattaa junaturvallisuudesta vastaavan henkilön antamia ohjeita. Junaturvallisuudesta vastaava henkilö asettaa jokaiselle työyksikölle erikseen ratakilometri+metri tarkkuudella kohdan rataosuudella tai ratakilometri+metri työalueen pituuden, missä työyksikkö saa luvan toimia. Työyksikön ratatyöluvan aikana lupa-alueelle ei pääse muuta raideliikennettä. (Juntunen 2011.)

Työyksikössä on vähintään yksi henkilö, jolla on pätevyys ottaa ratatyöluva. Mikäli tehtävät toimenpiteet vaikuttavat radan rakenteisiin, tulee työyksikössä olla henkilö, jolla on päällysrakennepätevyys, mutta muutoin riittää varauspätevyys. Junaturvallisuudesta vastaava voi tarkastaa ratatyöluvan anojan pätevyyden pätevyysluettelosta. Ratatyöluvan anoja ottaa yhteyttä rataturvallisuudesta vastaavaan, esittää työluvan perusteet (mitä töitä kohteessa tehdään) ja ratatyöstä vastaava muun raideliikenteen huomioiden mahdollisuuksien mukaan antaa työluvan tietyllä aikavälillä. Ratatyöluvan ottajan on ilmoitettava ratatyöstä vastaavalle ennen määrä-ajan umpeutumista, että raide on varmasti liikennöitävässä kunnossa ja että koko työyksikkö on poistunut ATU:n (aukean tilan ulottuma) alueelta. Kuva 5 osoittaa aukean tilan ulottuman rajat pääraiteella ja sivuraiteella. (Juntunen 2011.)



KUVA 5. Aukean tilan ulottuma kaavio (RHK. 2011, Verkkoselostus, Liite 5)

Tornio–Kolari-rataosuudella on tavaraliikennettä ympäri vuoden ja sesonkiaikaista henkilöliikennettä keväällä, kesällä ja syksyllä. Juna-aikatauluista käydään keskusteluja ja sovitaan mahdollisuuksien mukaan aikataulujärjestelyistä työrakojen pidentämiseksi tietyn ajanjakson ajaksi, jolloin työmäärä rataosuudella on suurimmillaan eli esimerkiksi raiteenvaihtokoneen työviikkojen aikana. (Juntunen 2011.)

Henkilöliikenteellä ja tavaraliikenteellä tulee olla mahdollisuus aikataulujen mukaiseen liikennöintiin. Työt rataosuudella tulee sovittaa juna-aikataulujen mukaisiksi. Rataosuus on jaettu suojustusväleihin eli koko suojustusvälin esimerkiksi Niemenpää - Kaulinranta tulee olla liikennöitävässä kunnossa ennen kuin juna voi saada luvan liikennöidä kyseisellä välillä. Suojustusväli voi olla esimerkiksi 40 km pitkä, joten työkohteen ollessa suojustusvälin vastakkaisessa päässä junan ajosuunnasta suojustusvälin tulee olla liikennöitävässä kunnossa noin 30 minuuttia ennen junan tuloa kohteeseen. Tämä vaikuttaa työsuunnitteluun ja työrakojen tehokkaaseen hyödyntämiseen. (Juntunen 2011.)

Työvaiheet on suunniteltava toteutettaviksi siten, että työvaiheen suorittamiseen tarvittava aika on käytettävissä ja tämän saavuttamiseksi osa töistä joudutaan tekemään mahdollisesti yöaikaan tai muutoin normaalista työajasta poiketen, se nostaa kustannuksia ja vaatii joustavuutta työntekijöiltä. (Juntunen 2011.)

**Penkereen korkeudella** on suuri vaikutus korjausmenetelmän valintaan. Radan pengerkorkeus vaihtelee rataosuudella paljon. Pengerkorkeuden määrittävät radan suunniteltu profiili eli pituusleikkaus ja riittävän kantavuuden saavuttaminen eri pohjamailla sekä kuivatuksen toimivuus. (Salonen 2011; Juntunen 2011.)

Rummun korjausmenetelmää valittaessa on huomioitava pengerkorkeus. Päältä kaivu ei ole hyvä vaihtoehto hyvin korkealla penkereellä, koska massamäärät ovat suuret ja kaivaminen tarvitsee paljon aikaa.

Liikenteen aiheuttaman pystysuuntaisen kuorman vaikutus ratapenkereessä on suurimmillaan tukikerroksen yläpinnassa ja pienenee alaspäin. Korkealla penkereellä rummun kantavuuden mitoitus tehdään lähes kokonaan yläpuolisten maamassojen mukaisesti eikä liikenteen aiheuttaman kuormituksen mukaisesti.

**Rataosuuden liikennepaikkojen määrä ja kulkuyhteyksien laatu** työkohteeseen vaikuttavat korjausmenetelmän valintaan. Tornio–Kolari-rataosuus on haastellinen työmaa käytännön järjestelyiden kannalta, koska rataosuus on pitkä, mutta liikennepaikkoja on vähän. Liikennemäärät rataosuudella ovat suhteellisen pienet, mutta kuitenkin ohjaavat hallitsevasti työsuunnittelua. (Juntunen 2011.)

Tasoristeyksiä on paljon ja ne ovat paikoittain hyvin lähekkäin rakennettuja, mutta on myös osuuksia, joilla ei tasoristeyksiä ole yli 10 km:n matkalla. Tämä asettaa haasteita työntekijöiden työmaalle kulkemiseen ja huoltotoiminnan järjestämiseen. (Juntunen 2011.)

Rakennustavaran tilaaminen työmaalle tulisi pyrkiä toteuttamaan siten, että varsinkaan isokokoiset tarvikkeet eivät tarvitsisi välivarastointia, vaan ne voitaisiin toimittaa suoraan kohteeseen, koska rakennustarvikkeiden varastointipaikat ovat pitkien etäisyyksien päässä toisistaan ja varastointitilaa on rajoitetusti ja kuljetuskaluston pääsyä radalle voi joutua odottamaan.

Työkalu- ja tarvikekontin ja kaivukaluston siirto kohteesta seuraavaan tulee aina suunnitella toteutettavaksi muun työmaan liikenteen ja tarpeiden mukaisesti, joten järjestelyjä joudutaan tekemään toiminnan mahdollistamiseksi. Esimerkiksi kiskopyöräkaivinkoneen voi siirtää kohteesta toiseen ajamalla tietä tai rautatietä pitkin, jos etäisyys on suhteellisen pieni, mutta siirtäminen vie aikaa, joten kaluston siirtojen kanssa toimiminen on helpointa, kun korjauskohteet suunnitellaan tehtäväksi järjestyksessä esimerkiksi etelästä pohjoiseen.

**Kustannukset** vaikuttavat hyvin merkitsevästi korjausmenetelmän valintaan. Kustannukset pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi. Asetetut vaatimukset rakenteille ovat suunnittelun perusta ja valmiin rakenteen tulee täyttää vaatimukset ja tämä pyritään toteuttamaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Joissakin tapauksissa ei ole käytettävissä kuin yksi mahdollinen kunnostusmenetelmä, joten kustannukset ovat tällöin vähemmän merkitsevä asia. Kustannukset kohteessa koostuvat esimerkiksi tarvittavista maa-ainesmääristä arinarakenteeseen, työntekijöiden määrästä kohteessa ja kohteen korjauksen kestosta, toteutukseen tarvittavista työkoneista ja mahdollisten aliurakoitsijoiden määrästä sekä käytettävistä rakennusmateriaaleista.

**Suositukset ja johtopäätökset** korjausmenetelmän valinnasta. Korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa on aina otettava ensimmäisenä huomioon rataosuuden liikennemäärä ja liikennöinti tiheys. Liikenteen mukaisesti saadaan työkohteeseen työrakojia, jolloin voidaan korjaustoimenpiteitä tehdä rata-alueen rajojen sisällä. Tavoitteena on aina, että liikennöintiä häiritään mahdollisimman vähän eli junaliikenne pääsisi kulkemaan aikataulun mukaisesti. Nopeusrajoituksia joudutaan työkohteen alueella lähes aina muuttamaan normaalista työn ajaksi, joten se hieman hidastaa liikennöintiä.

Tärkeänä asiana on ottaa huomioon ratapenkereen korkeus työkohteessa sekä ympäröivä maasto. Mikäli ratapenger on hyvin korkea, voidaan esimerkiksi päältä kaivu sulkea heti kokonaan pois mahdollisesti käytettävistä korjausmenetelmistä. Ratapenkereen korkeus ja leveys kertoo myös heti viitteitä siirrettävien massojen määrästä, mikä olennaisesti vaikuttaa korjausmenetelmän valintaan. Rummut on aina asennettava rakennetulle arinalle, joten pohja-olosuhteilla on myös vaikutusta. Pohja-olosuhteiden eli pohjamaan laadun mukaisesti määräytyy arinarakenteen paksuus, jotta asetetut kantavuusvaatimukset saavutetaan.

Korjaustoimenpiteet pyritään aina tekemään kustannustehokkaasti, joten aina mahdollisuuksien mukaisesti valitaan menetelmä, joka täyttää asetetut vaatimukset pienimmillä kustannuksilla. Kustannukset ovat aina merkittävä asia kaikessa rakentamisessa, kun urakat kilpailutetaan.

## 5.4 Korjausmenetelmät

Tässä luvussa käsitellään menetelmät yksityiskohtaisesti. Menetelmien käytölle olevat vaatimukset ja soveltuvuus sekä toteutustavat.

Rummun uusiminen nykyiselle paikalle on yksi korjausmenetelmä. **Päältä kaivun** ohjetta voidaan soveltaa tapauksissa, joissa vaurioiksi on todettu rummun kivirakenteiden olevan pahoin vuotavia tai rumpurenkaat tai kivet ovat liikkuneet eikä rummun virtausala salli sisäputken asentamista, rummun toiminnallinen kapasiteetti on vajaa ja rakenteen korvaaminen uudella rummulla on virtauskapasiteetin ja rakennettavuuden perusteella mahdollista. Tällä toiminnallisella kapasiteetilla tarkoitetaan heikkoa kantavuutta, epävarman korkeita reunapalkkirakenteita tai muuta liikenteen kyseenalaistavaa puutetta. Toimenpiteitä aiheuttavaksi vaurioksi on voitu myös todeta, että rummun vesijuoksun korkeus on liian ylhäällä eikä rummun vesijuoksua voida alentaa tai rummun virtauskapasiteetti on liian pieni. (RUMKO 2006.)

Kun pengerkorkeus rummun päällä on kohtalaisen pieni ( $< 3$  m) tai kaivussyvyys jää alle 4,5 – 5,0 m, penger avataan, vanha rumpurakenne puretaan ja asennetaan uusi rumpu hyväksytyistä betoniputkista tai korroosiosuojatusta teräsputkesta. Tiealueella yleistä muoviputkea ei saa asentaa yksistään radan alle, koska lujuusominaisuudet eivät ole riittävät. Menetelmää käytettäessä radasta irrotetaan ensimmäisenä kiskot ja pölkyt elementteinä asennustyön vaatimalta pituudelta ja nostetaan radan sivuun. Lyhytkiskoraiteella ja pitkäkiskoraiteella on mahdollista ja suositeltavaa poistaa kiskot jatkosten kohdalta irrottamalla pultit ja sidekiskot, ettei tule ylimääräisiä kiskon katkaisuja.

Jatkuvakiskoraiteella kisko on aina katkaistava aukikaivukohteen takia ja se vaikuttaa heikentävästi menetelmän käytettävyyteen kohteessa. Kiskon katkaisu edellyttää kiskon neutraloimista ja hitsaamista uudelleen rummun asentamisen jälkeen, joten se kasvattaa kustannuksia. (RUMKO 2006; Juntunen 2011.)

Menetelmä sopii parhaiten rumpupaikkoihin, joissa rummun pohjakiviä voidaan hyödyntää uuden rummun perustuksissa eikä uutta rumpua voida rakentaa uuteen paikkaan. Pohjakivien poistaminen edellyttää yleensä apusiltaa tai kaivantojen tuentaa, kun uudelle rummulle tehdään myös perustukset. Suunnittelussa pitää muistaa, että mitä enemmän ja syvemmältä rakennetta puretaan, sitä enemmän työvaiheeseen kuuluu ratapenkereen uudelleenrakentamista. (RUMKO 2006.)

Perustusten taso ja tasaisuus tarkistetaan ennen putken asentamista. Teräsputken ja pyöreän betoniputken asennuksessa perustukselle käytetään 150 mm paksua alkutuentaa siten, että putki on tuettu vähintään alimman neljänneskaaren leveydeltä. Alkutuentamateriaalina käytetään hiekkaa, soraa tai mursketta, jonka suurin raekoko on 32 mm tai vastaavat vaatimukset täyttävää kaivumaata. Betonisten putkien urospuolet asennetaan alavirtaan ja putkien asennus aloitetaan rummun alemmasta päästä. Asennuksen yhteydessä varmistetaan, että putket tulevat koko pituudelta tuetuiksi. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt 2006.)

Käytettäessä betoniputkia, jotka ovat alle 2 m pitkiä tai  $\geq 1\,600$  mm halkaisijaltaan, tulee asennuksessa sitoa kolme ulointa putkea yläpäästään yhteen kuumasinkityllä tai ruostumattomalla teräksellä, jotta saadaan estettyä putkien luisuminen. (Kuivatustyöt. 2006.)

Betonirummun ympärystäytöön käytetään routimatonta kiviainesta, jonka maksimiraekoko on 100 mm. Teräsrummun ympärystäytössä noudatetaan valmistajan ohjeita. Routimattoman ympärystäytön laajuus määräytyy tapauskohtaisesti ratarummun maantieteellisen sijainnin ja putkikoon mukaan. (Kuivatustyöt. 2006.)

*TAULUKKO 2. Routimattoman materiaalin minimipaksuus rummun ympärille.*

Rummun Ø	Etelä-Suomi	Keski-Suomi	Pohjois-Suomi
800 mm	800 mm	850 mm	900 mm
1200 mm	1000 mm	1050 mm	1100 mm
1500 mm	1200 mm	1250 mm	1300 mm
2000 mm	1400 mm	1450 mm	1500 mm

Kerrosten tiivistäminen raskaalla kalustolla ja työmaaliikenne voidaan sallia, kun putken päällä on vähintään 400 mm materiaalia. Täyttö tehdään samaan aikaan rummun molemmille puolille ja tiivistetään kerroksittain. (Kuivatustyöt. 2006.)

Päältäkaivun vaatimat resurssit ovat

- 1 kiskopyöräkaivinkone
- 1 rataesimies + 1-3 ratatyöntekijää
- tiellä ja rautatiellä kulkevaa kuljetuskalustoa.



Rummun uusiminen nykyisen rummun viereen **tunkkaamalla** tai **poraamalla**. Uuden rummun porauksen ohjetta voidaan soveltaa vaurioiden korjaamisessa, jossa rummun kivrakenteiden on todettu olevan pahoin vuotavia. Rumpurenkaat tai kivet ovat liikkuneet eikä rummun virtausala salli sisäputken asentamista. Rummun vesijuoksun korkeus on liian ylhäällä eikä rummun vesijuoksua voi alentaa. Rummun virtauskapasiteetti on liian pieni. (RUMKO 2006.)

Yleinen työselitys koskee ratapenkereen lävistämällä tehtävien teräsputkirumpujen rakentamista. Rumpu tehdään lämpöeristettynä putkena. Rummun ulompi putki tunkataan ratapenkereen läpi. Kun putkesta on poistettu maa-aines ja putki on puhdas, sisäputki asennetaan ja putken välinen tyhjä tila eristetään. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Menetelmän valintaa varten on tutkittava ratapenkereen kivisyys. Tunkkaamalla tehty rumpu vaatii, että ratapenger on helposti lävistettävissä. Jos ratapenkereessä on kiviä tai lohkareita, on valittava rummun poraus. (Kuivatustyöt. 2006.)

Tämä toimenpide sopii rakennusmenetelmäksi, kun pengerkorkeus rummun päällä on  $> 3$  m tai kun kaivussyvyys kasvaa yli 4,5 – 5,0 m ja junaliikennekatkojen pituudet lyhyitä.

Rummun poraaminen vaatii huomattavan määrän valmistelevia töitä, mikä johtuu porauskaluston vaatimasta tilasta. Porauksella toteutettavat kohteet ovat yleisimmin kohteita, joissa ei muulla menetelmällä pystytä rummun rakentamista toteuttamaan. Pengerkorkeuden ollessa esimerkiksi 10 m on kierresaumatun teräspuutken poraaminen ratapenkereen läpi lähes ainoa mahdollinen korjausmenetelmä, ellei rata ole useaksi vuorokaudeksi suljettu liikenteeltä. Ratapenkereen läpi poraaminen aiheuttaa tärinää kohteessa ja sen lähiympäristössä, joten kohteen läheisyydessä oleviin rakennuksiin on syytä tehdä kuntotarkastukset ennen töiden aloittamista ja tarvittaessa asentaa työn ajaksi tärinämittarit rakennuksen perustuksiin. (Kuivatustyöt 2006; Juntunen 2011.)

Porauksen vaatimat resurssit ovat

- 1 porauskalusto miehistöineen
- 1 tela-alustainen kaivinkone
- 1 rataesimies + 1-3 ratatyöntekijää ja hitsausyksikkö
- tiellä ja rautatiellä kulkevaa kuljetuskalustoa.

Rumpuputken asentaminen vanhan rummun sisään. **Sujutusohjetta** voidaan soveltaa vaurioiden korjaamisessa, jossa vanhan rummun saumat ovat hyvin avonaisia, mikä johtuu siitä, että kivet tai rumpurenkaat ovat liikkuneet, rumpu on liian lyhyt tai rummun kansirakenteen toiminnallinen kapasiteetti on vajaa. Toiminnallisella kapasiteetilla tarkoitetaan heikkoa kantavuutta tai lievää kannen kapeutta. (RUMKO 2006.)

Rummun sisään työnnetään teräksinen tai muovinen putki tai putkia, tehdään uuden putken ja vanhan rummun välisen tyhjätilan täyttäminen betonilla. Rummun ylänurkkiin asennetaan tarvittaessa pienemmät putket. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Tämä tekotapa edellyttää, että rummun vesijuoksun korkeus ja uuden putken virtausala on riittävä. (RUMKO 2006.)

Tarvittaessa putkilla jatkettun rummun päiden alle tehdään betonirakenteinen antura- ja suojarakenne. (RUMKO 2006.)

Työtapa sopii kohteisiin, jos vanha rumpu on syvällä ja rumpurakenteen purkaminen ja maan uudelleenrakennus on vaativa toteuttaa. (RUMKO 2006.)

Jos rumpu ei ole liian ahdas ( $> 1\,000\text{ mm}$ ), voidaan rumpuun kiinnittää rst-teräskuori kiila-ankkurein. Tällöin rumpu-aukon virtausala ei pienene. Kun teräskuori kiinnitetään kiviin, on varmistuttava, ettei jatkoksen painumat tarvele rumpua. (Kuivatustyöt 2006.)

Sujutuksen vaatimat resurssit ovat

- 1 tela-alustainen kaivinkone tai kiskopyörillä varustettu kaivinkone
- 1 rataesimies + 1-3 ratatyöntekijää ja hitsausyksikkö
- 1 betonointikalusto
- tiellä ja rautatiellä kulkevaa kuljetuskalustoa.

**Rumpujen pieniä korjauksia** ovat esimerkiksi renkaiden siirto. Renkaiden siirto on sopiva korjausmenetelmä vaurioissa, jossa yksittäiset renkaat ovat siirtyneet pysty- tai vaakasuunnassa asemastaan, joten vesijuoksu ei ole suunnitellun mukainen. Renkaiden siirtoa korjausmenetelmänä voidaan käyttää yleisimmin kohteissa, joissa rummun yksi tai kaksi uloimmaista rengasta ovat siirtyneet. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Renkaiden siirrossa rumpu kaivetaan tarvittavalta syvyydeltä ratapenkereestä näkyville. Tarvittaessa rakennetaan ponttiseinä estämään tukikerrossepin valuminen kaivantoon. Siirtyneet renkaat poistetaan kaivannosta ja arinarakenteet uusitaan ohjeiden mukaiseksi. Poistettujen betonisten rumpurenkaiden kunto tarkastetaan ja mahdollisuuksien mukaan asennetaan takaisin kaivantoon. Renkaita voidaan sitoa toisiinsa asentamalla renkaiden ulkopinnalle kiinnikkeillä kierretankoja, joilla voidaan kiristää renkaat tiiviisti toisiaan vasten. Renkaiden oikeaan kaltevuuteen asentamisen jälkeen kaivanto voidaan täyttää ohjeiden mukaisesti ja ponttiseinä purkaa. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Rumpujen pienten korjausten vaatimat resurssit ovat

- 1 tela-alustainen kaivinkone tai kiskopyörillä varustettu kaivinkone
- 1 rataesimies + 1-3 ratatyöntekijää.

**Rummun jatkaminen** betoniputkilla tai elementeillä on paljon käytetty korjausmenetelmä. Rummun jatkamisen ohjetta voidaan soveltaa vaurioiden korjaamisessa, jossa radan luiskamateriaalia valuu uomaan rummun lyhyiden vuoksi, rummun siipimuuri/reunapalkkirakenteet ovat liian matalat, heikkokuntoiset tai kallistuneet. Tämän vuoksi rumpua on jatkettava ja siipimuurit purettava tai rummun reunimmaiset saumat ovat avoimia ja korjaus tehdään purkamalla vaurioituneet reunarakenteet ylhäältäpäin kaivamalla. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Rummun jatkamistarpeet ovat Tornio–Kolari-rataosuudella kohdistuneet lähinnä vanhoihin kivirumpuihin. Kivirummut ovat jääneet lyhyiksi ratapenkereen poikkileikkauksen muutoksien takia. Kivirumpuja voi jatkaa kierresaumatulla teräsputkella tai betoniputkella. Betoniputken käyttö on näissä tilanteissa suositeltavaa. Teräsputki soveltuu paremmin käytettäväksi tunkkaamisessa, porauksessa ja sujuttamisessa. (Juntunen 2011.)

Kivirummun jatkaminen betoniputkella toteutetaan kaivamalla kivirummun pää reilusti näkyviin. Todennäköisesti on tarpeellista rakentaa ponttiseinä rummun kohdalle ATU:n rajalle, että tukikerrossepele ei valu kaivantoon työn aikana. Kivirummun pää valmistellaan jatkamista varten puhdistamalla ja tarvittaessa sitomalla kiviä toisiinsa. Betoniputkielementti asennetaan oikealle kohdalle rakennetulle arinarakenteelle. Kuvassa 4 näkyvät, betoniputkielementit, kivirummun rakenteet ja ponttiseinä. Kivirummun jatkamiskohteessa betoniputkella pitää jatkamisen saumakohtaan tehdä kaulus valamalla betonista. Valukohtaan tehdään muotti ja asennetaan raudoitukset, valetaan kaulus ja kuivumisajan jälkeen puretaan muottirakenteet. Saumakohdat tarkastetaan muottien purkamisen jälkeen ja, kun on todettu rakenteen pitävyys, voidaan kaivanto peittää ohjeiden mukaisella maa-aineksella ja pengermateriaalilla. Kun kaivanto on peitetty ja verhoiltu, voidaan ponttiseinä purkaa. (Juntunen 2011.)



*KUVA 6. Kivirummun jatkaminen betoniputkielementeillä*

Rummun jatkamisen vaatimat resurssit ovat

- 1 tela-alustainen kaivinkone
- 1 kiskopyöräkaivinkone
- 1-2 rataesimiestä + 1-3 ratatyöntekijää ja hitsausyksikkö tarvittaessa
- 1 Betonointiyksikkö
- tiellä ja rautatiellä kulkevaa kuljetuskalustoa.

**Reunapalkin korotus/jatkaminen** on betonirummuille hyväksi todettu korjausmenetelmä. Reunapalkkikorotuksia voidaan soveltaen käyttää vaurioiden korjaamisessa, jossa radan korotusten tai rummun lyhyiden vuoksi reunapalkki on jäänyt liian matalaksi tai lyhyeksi aiheuttaen tukikerrossepelin valumaa reunapalkin yli ja valumaa reunapalkin päästä uomaan. (RUMKO 2006.)

Toimenpiteenä reunapalkkia on korotettava 20 - 60 cm ja mahdollisesti myös jatkettava. Kuvassa 5 näkyy kaapelikanavakourulla toteutettu reunapalkin korottaminen ja jatkaminen. (RUMKO 2006.)

Työn suunnittelussa on otettava huomioon, että kivisten rumpujen reunapalkkien korottaminen saattaa aiheuttaa vaaratilanteita, jotka johtuvat siitä, että muualle kivrakenteeseen syntyy helposti repeytymiä ja siirtymiä muuttuvan kuormituksen takia. Tämän takia kivisten reunapalkkien korottamisen sijasta tulisi aina harkita rummun jatkamista. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006.)

Reunapalkkikorotuksia on käytetty paikallavalettujen betonirumpujen korjausmenetelmänä. Reunapalkkeja on korotettu korkeusviivan nousun vaatiman verran. Reunapalkkikorotuksia on toteutettu käyttämällä kaapelikanavakouruja ja tehtaalta mittatilauksena tilattuja betonielementtejä. Reunapalkkielementit kiinnitetään vanhaan paikallaolevaan reunapalkkiin pulteilla ja saumauslaastilla. Reunapalkkiin kohdistuu suhteellisen pieniä sivuttaissuuntaisia voimia johtuen reunapalkkiin tukeutuvasta tukikerrossepelistä. Saumat tiivistetään tarvittaessa viimeistelytyönä saumauslaastilla tai saumausvaahdolla. Ennen uuden reunapalkin asentamista vanhan päälle, tulee vanha reunapalkki puhdistaa kaikesta ylimääräisestä maa-aineksesta ja kasvillisuudesta, mikä haittaa asennuksen tiiveyttä. (RUMKO 2006; Kuivatustyöt. 2006; Juntunen 2011.)



*KUVA 7. Betonirumpu, jossa kaapelikanavakourulla toteutettu reunapalkkikorotus*

Reunapalkkikorotuksen vaatimat resurssit ovat

- 1 kiskopyöräkaivinkone
- 1 rataesimies + 1-2 ratatyöntekijää
- tiellä tai rautatiellä kulkevaa kuljetuskalustoa.

Taulukossa 3 on korjausmenetelmätietoa. Lähtötiedot sarakkeessa on rumpukatselmushavainnot ja toimenpide-ehdotukset on eritelty rumputyypeittäin kolmeen sarakkeeseen.



TAULUKKO 3. Korjausmenetelmätietoa taulukoituna

KORJAUSMENETELMÄEHDOTUKSET			
	KOHDE		
LÄHTÖTIEDOT	Kivirumpu	Betonirumpu	Betoniputkirumpu
Rumpu helposti tarkastettavissa ja kunto silmämääräisesti hyvä	Tarkastettava, onko kivet liikkuneet.	Ei toimenpiteitä	Ei toimenpiteitä
Rummun korkeus hyvä	Tarkastettava rummun pohjalle kertyneen aineksen kerrospaksuus ja rummun rakenteellinen kunto silmämääräisesti	Rummun rakenteellinen kunto tarkastettava	Rummun rakenteellinen kunto tarkastettava
Ei häiritsevää kasvillisuutta rummun suuaukon välittömässä läheisyydessä	Ei toimenpiteitä	Ei toimenpiteitä	Ei toimenpiteitä
Mitoitettu aukkokoko riittävä	Tarkastettava, onko aukon halkaisija muuttunut suunnitellusta	Ei toimenpiteitä	Ei toimenpiteitä
Rummun tiiveys hyvä	Tarkastettava rummun ympäröivä penger	Tarkastettava rummun ympäröivä penger	Tarkastettava rummun ympäröivä penger
Rumpu on lähes maa-aineksen peittämä	Rummun päiden aukikaivu ja rakenteiden tutkiminen	Rummun päiden aukikaivu, rakenteiden tutkiminen ja aukkokoon mittaaminen	Rummun päiden aukikaivu ja putken tukkoisuuden tarkastaminen, pesu sekä rummun suunnitellun korkeuden tarkastaminen
Rummun päissä kasvillisuutta ja roskaa	Jos kasvillisuus pienentää merkittävästi aukkokokoja tai tulossa muita toimenpiteitä, kasvuston poisto	Jos kasvillisuus pienentää merkittävästi aukkokokoja tai tulossa muita toimenpiteitä, kasvuston poisto. Betonirakenteita peittävä kasvusto on aina poistettava	Kasvillisuuden poisto rummun päistä ja putken kunnan tarkastamien, pesu

Rummun päissä kiviä ja muuta maa-ainesta	Maa-ainesten poistaminen ja sivuojien perkaaminen ja luiskausten korjaaminen tarvittaessa	Rummun päiden aukikaivu ja sivuojien perkaaminen ja luiskausten korjaaminen tarvittaessa	Rummun päiden aukikaivu ja putken korkeuden tarkastamien, sivuojien perkaaminen ja luiskausten korjaaminen
Rumpua ei näy ja vettä kertyy rummun yläpintaan asti	Rummun sijainnin määrittäminen mittalaitteilla. Ympäröivän maaston tulkinta ja rummun uudelleensijoittamisen suunnittelu	Ympäröivän maaston tulkinta ja rummun tukkoisuuden ja sivuojien tarkastaminen.	Rummun sijainnin määrittäminen mittalaitteilla. Rummun uudelleensijoittamisen suunnittelu. Suunniteltu aukkokoko tarkastettava, että onko riittävä
Rumpurakenteissa on halkeamia/vuotokohtia	Kivien korjaamis- ja kiinnittämismahdollisuudet tutkittava, jonka jälkeen ruiskubetonointi mahdollisuuksien mukaan	Rummun vesijuoksun kunnon ja irtoainesmäärän tarkastaminen. Rummun kunnon tarkastaminen. Betonointisuunnitelmiin laatiminen	Selvitettävä vaurioiden laajuus ja putkielementtien pituus, penkereen korkeus sekä vedenkorkeus putkessa. Betonirenkailla tehtävän korjausmahdollisuuden tutkiminen
Rummussa on selkeitä kantavuuspuutteita	Arvio rummun korjausmahdollisuudesta. Täyteenbetonoinnin suunnittelu ja uuden rummun suunnittelu sekä kantavuusongelmien syiden selvittäminen	Vaurioiden laajuuden selvittäminen, raudoituksien kunnon selvittäminen ja peitesyvyys. Betonointisuunnitelmiin laatiminen. Kantavuusongelmien syiden selvittäminen	Vaurioiden laajuuden selvittäminen. Putken vaihtamisen mahdollisuuksien tutkiminen

Rummun kaltevuus on normaalista poikkeava tai väärään suuntaan	Aukkokoon tarkastamien. Rummun pohjan korjausmahdollisuuden tutkiminen betonoimalla	Aukkokoon tarkastamien. Rummun pohjan korjausmahdollisuuden tutkiminen betonoimalla	Pohjamaan ja arinarakenteen tarkastaminen kaivamalla rummun päistä. Nykyisen putken käyttämisen ja kaltevuuden korjaamisen mahdollisuuksien tutkiminen
Pengermateriaali valuu rumpuun	Luiskakaltevuuden tutkiminen. Reunapalkkien korotuksen suunnittelu. Rummun jatkamisen suunnittelu	Luiskakaltevuuden tutkiminen. Reunapalkkien korotuksen suunnittelu	Rummun jatkamisen suunnittelu, korkeuden ja luiskakaltevuuden tarkastaminen
Vesi ei pääse virtaamaan rummulle	Sivuojen perkaaminen	Sivuojen perkaaminen	Sivuojen perkaaminen
Rumpua korjattu käyttäen väärä menetelmiä ilman suunnittelua	Aikaisemmasta korjaustoimenpiteestä johtuvien virheiden ja puutteiden korjaamisen suunnittelu	Aikaisemmasta korjaustoimenpiteestä johtuvien virheiden ja puutteiden korjaamisen suunnittelu	Aikaisemmasta korjaustoimenpiteestä johtuvien virheiden ja puutteiden korjaamisen suunnittelu
Rumpua ei löydy tai sijainti poikkeaa rautatierumpujen hallintaraportin paikannustiedoista	Ilmoitettava rautatierumpujen hallintaraportin ylläpitäjälle poikkeavuuksista	Ilmoitettava rautatierumpujen hallintaraportin ylläpitäjälle poikkeavuuksista	Ilmoitettava rautatierumpujen hallintaraportin ylläpitäjälle poikkeavuuksista

Rumpukatselmushavaintojen perusteella saadaan lähtötiedot suunnitteluun ja voidaan tehdä arvio korjaustarpeesta, mutta taulukossa 3 esitetyt korjaustoimenpide-ehdotukset vaativat aina tarkemman erikoissuunnittelun kohdekohtaisesti.

## 6 KUIVATUKSEN KUNNOSSAPITO

Kaikki radan rakenteet tarvitsevat kunnossapitoa, niin myös rummut. Rumpujen tarkoitus on mahdollistaa pintavesien johtaminen suurempaan vesistöön ratapenkereen ohi. Rautatiealueella suoritetaan ojien perkauksia ja raivaustöitä. Ojien perkauksia suoritetaan, jotta sivuojien veden virtausta vastustava karheuskerroin ei olisi niin suuri ja rautatiealueen raivaustöitä tehdään näkemien varmistamiseksi.

Rumpujen kunnossapitoon kuuluu kaiken virtausta huonontavan irtoaineksen ja kasvuston poistaminen rummun päistä. Rumpuun veden mukana mahdollisesti kulkeutuva hienoaines ja roska pienentää rummun poikkipinta-alaa ja huonontaa virtausta. Mikäli putkessa on paljon sinne kuulumatonta materiaalia, tulee rumpu puhdistaa. Rumpujen kunnossapitoon kuuluu rumpujen kunnon seuranta, mikä auttaa vaurioiden ennaltaehkäisyssä.

## 7 YHTEENVETO

Korjattavia rumpuja on Tornio–Kolari-rataosuudella kolmea eri tyyppiä; kivirumpuja, betonirumpuja ja betoniputkirumpuja. Korjattavien rumpukohteiden lähtötilanteiden välillä on huomattaviakin eroja, joten jokainen kohde on siten laadultaan yksittäinen, mutta kohteissa on myös paljon yhtäläisyyksiä, joten tietyn korjausmenetelmän voidaan tietää olevan oikeellisin useampaan kohteeseen.

Kivirumpujen korjauksesta voidaan todeta, että sopivin korjausmenetelmä on rummun jatkaminen betoniputkielementeillä, jos kivrakenteiden kunto sen sallii, mutta muutoin rummun uusiminen kokonaan vanhan rummun läheisyyteen poraamalla tai tunkkaamalla korkealla penkereellä ja aukikaivamalla matalalla penkereellä. Vanha rumpu betonoidaan umpeen.

Betonirummut eivät ole niin vanhoja kuin kivrummut, joten korjaustarve ei ole niin kiireellinen kuin kivrummyilla. Betonirumpujen korjausmenetelmäksi sopii parhaiten reunapalkkien korotus tarvittaessa, jos rummun kunto sen sallii sekä rumpujen puhdistus. Mikäli betonirummun rakenteissa todetaan vaurioita, tulee ne korjata betonoimalla. Betonirumpujen tyypillisin korjaustarve johtuu tukikerrossepin valumisesta uomaan muuttuneen radan poikkileikkauksen takia ja se voidaan korjata korottamalla reunapalkkeja maksimissaan 60 cm.

Betoniputkirumpujen korjaustarve voi olla rummun tukkoisuus, liian pieni aukkokoko tai puutteelliset arinarakenteet, jonka vuoksi rummun kaltevuus ei ole suunnitellun mukainen. Korjausmenetelmäksi voi riittää pienet toimenpiteet kuten rummun puhdistus tai uloimpien renkaiden siirto, mutta tarvittaessa rumpu on kaivettava penkereestä kokonaan pois aukikaivamalla ja asennettava uusi putki tilalle.

Korjausmenetelmän kustannukset koostuvat henkilöstökustannuksista, kalustokustannuksista ja materiaalikustannuksista. Menetelmästä riippuen suurin osa kustannuksista koostuu tarvittavasta erikoiskalustosta ja materiaaleista sekä valmistelevista töistä eli esimerkiksi siirrettävien maa-ainesten määrästä. Voidaan päätellä, että menetelmistä kallein on rummun poraus ratapenkereen läpi johtuen tarvittavasta erikoiskalustosta ja menetelmän vaatimasta kohteen valmistelusta. Kustannukset ovat pääsääntöisesti suuremmat, kun rumpu uusitaan kokonaan, ja pienenevät rummun tarvitsemien korjaustoimenpiteiden vähentyessä.

Kustannuksiin vaikuttaa olennaisesti korjauskohteen sijainti rataverkolla eli kulkuyhteydet kohteeseen. Korjauskohteen ollessa vaikeasti saavutettavissa on rakennustavaran, työkalujen ja koneiden toimittaminen kohteeseen haasteellisempaa. Työntekijöiden kulkeminen kohteeseen hankaloituu, joudutaan esimerkiksi kävelemään pitkiä matkoja. Kustannukset ovat pienimmät kohteissa, jotka ovat helposti saavutettavissa ja korjaustoimenpiteiden laajuus on vähäinen eivätkä toimenpiteet vaadi muita valmistelevia töitä kuin rakennustavaran hankkimisen. Kyseessä voi olla esimerkiksi kohde, jossa suoritetaan renkaiden siirto helpoissa oloissa, joten työn suoritukseen käytettävä aika kokonaisuudessaan on vain joitain tunteja.

Rataosuuden perusparannukseen kuuluvat rautatierumpujen korjaukset kuivatuksen toimivuuden ja rautatien rakenteiden kunnon takaamiseksi. Rautatierummut ovat olennainen osa rautatietä, mutta ovat jääneet vähäiselle huomiolle korjaustoimenpiteiden kohdistamisessa.

Aloitin ensimmäisen työjakson VR Track Oy:ssä toukokuussa 2008, työjakso kesti noin 4 kuukautta. Toisen työjakson aloitin toukokuussa 2009, kuten myös kolmannen työjakson aloitin toukokuussa vuonna 2010, molempien jaksojen kestäessä noin 4 kuukautta. Keväällä 2010 ennen kesätöiden aloittamista minulle tarjottiin opinnäytetyöksi rautatierumpujen korjausmenetelmien vertailua. Olin ollut jo työnjohtoharjoittelijana mukana rumputyömailla vuonna 2009, joten perustietoa rumputyypeistä ja kohteista oli valmiina. Rumpujen korjaukset ovat osa isompaa hanketta, joten olen päässyt projektin edetessä mielenkiintoisiin työtehtäviin ja tilanteisiin ja voinut hyvin läheltä seurata ja osallistua projektinjohtoon.

Rumpujen korjausmenetelmien vertailu osoittautui haastavaksi tehtäväksi kohteiden erilaisuuden takia. Selkeitä ohjeita, joiden mukaisesti voitaisiin aina edetä, ei voinut tehdä, vaan jokainen korjauskohde on käsiteltävä ja suunniteltava yksittäisenä kohteena.

Rautatierumpujen korjausmenetelmien vertailun sain valmiiksi loppukeväällä 2011. Työstä tuleva vertailutieto olisi ollut hyödynnettävissä Tornio–Kolari perusparannushankkeessa, jos työ olisi valmistunut hankkeen alkupuolella.

Sain työstä arvokasta kokemusta ja tietoa rautatietekniikasta. VR Track Oy, Paavo Salonen ja Jooel Juntunen tarjosivat hyvän tilaisuuden ja mahdollistivat opinnäytetyön suorittamisen. Työtä korjausmenetelmien tutkimisesta, vertailusta ja menetelmien kehittämisestä voi jatkaa tarkentaen menetelmätietoa ja lähtötietoja kohteista.

## LÄHTEET

Juntunen, Jooel 2011. Projektipäällikkö, VR Track Oy. Haastattelut keväällä 2011.

Kalliorakennustyöt. 2006. RMYTL osa 6. Helsinki: RHK.

Kuivatustyöt. 2006. RMYTL osa 4. Helsinki: RHK.

Maaleikkaus- ja pengerrystyöt. 2006. RMYTL osa 5. Helsinki: RHK.

Perustamis- ja vahvistamistyöt. 2006. RMYTL osa 3. Helsinki: RHK.

Rautatierumpujen hallintaraaportti. 2007. Oy VR-Rata Ab. Helsinki: RHK.

RHK. 2011, Verkkoselostus, Aukean tilan muoto ja mitat. Saatavissa:  
[http://www.rhk.fi/radan\\_kaytto/verkkoselostus/verkkoselostus\\_2011/liitteet\\_1-14/liite\\_5/](http://www.rhk.fi/radan_kaytto/verkkoselostus/verkkoselostus_2011/liitteet_1-14/liite_5/)

RUMKO. 2006. RHK. Helsinki: RHK.

Salonen, Paavo 2011. Aluepäällikkö, VR Track Oy. Haastattelut keväällä 2011.

Yleinen osa. 2006. RMYTL osa 1. Helsinki: RHK.